



David Calquinhas
Carapeta

**Estudo do perfil
somatossensorial e do controlo
motor de indivíduos
assintomáticos e com Síndrome
Patelofemoral, na atividade de
“descer um degrau”**

Dissertação de Mestrado em Fisioterapia – Ramo
Condições Músculo-Esqueléticas
Relatório de Projeto de Investigação

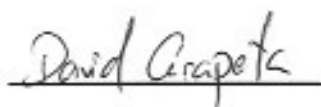
**Professora Doutora Rita Fernandes
Professor Marco Jardim**

Dezembro de 2018

Relatório do Projeto de Investigação apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia, área de especialização em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas realizada sob a orientação científica do Professora Doutora Rita Fernandes e co-orientação do Professor Marco Jardim.

Declaro que este Relatório de Projeto de Investigação é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

O candidato,



(David Calquinhass Carapeta)

Setúbal, 19 de Dezembro de 2018....

Declaro que este Relatório de Projeto de Investigação se encontra em condições de ser apresentada a provas públicas.

O(A) orientador(a),



(Rita Fernandes)

Setúbal, 19 de Dezembro de 2018....

*"The more I learn,
the more I realize how much I don't know"*

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Esta tese é o resultado final de um longo percurso que tive o prazer de partilhar com algumas pessoas. Esta é a minha mais sincera forma de lhes agradecer.

Em primeiro lugar, à Professora Doutora Rita Fernandes e ao Professor Marco Jardim, pela disponibilidade, conhecimento e rigor que me transmitiram durante todo este processo.

A todos os professores com quem travei conhecimento e discussões sempre construtivas no decorrer deste Mestrado em cada fim de semana de aulas.

Ao *Filipe* e ao *Eduardo*, por me terem lançado este desafio e me terem ajudado a ver as coisas sempre pela positiva.

À *Bia* e ao *Pedro*, pela amizade, teto e pela paciência disponibilizada do início ao fim desta jornada.

À *Maria*, um agradecimento especial, por ter sido a minha investigadora/colaboradora durante a realização desta tese e também pelas palavras sempre sinceras, mesmo em momentos difíceis.

Por último, um agradecimento especial à minha família, por todo o apoio que sempre me deram.

Resumo

Estudo do perfil somatossensorial e do controlo motor do quadríceps de indivíduos assintomáticos e com Síndrome Patelofemoral, na atividade de “descer um degrau”

David Carapeta, Rita Fernandes, Marco Jardim

Palavras-chave: perfil somatossensorial; controlo motor; síndrome patelofemoral

Introdução: As lesões no joelho são bastante comuns, correspondendo a aproximadamente 42% de todas as condições musculoesqueléticas dos utentes que recorrem à Fisioterapia (Taunton et al., 2002), sendo que 16 a 25% são diagnosticados como SPF (Devereaux & Lachmann, 1984; Taunton et al., 2002). Crê-se, entre outros factores, que a alteração da atividade muscular entre o músculo vasto interno oblíquo (VIO) e o vasto externo (VE) possa estar na etiologia do SPF (Nakagawa, Moriya, MacIel & Serrão, 2012; Petersen et al., 2014). Por outro lado, uma nova corrente de estudo concluiu que existem fenómenos de hiperalgesia primária e secundária nestes utentes (Rathleff et al., 2013). Estes fenómenos foram relatados também com a diminuição do limiar de dor à pressão na região patelar (Rathleff et al., 2013).

Objetivo: 1) Comparar a intensidade de atividade muscular do VIO, VE e Reto Anterior (RA) durante a realização de uma atividade funcional, entre o grupo SPF e assintomático; 2) Comparar os limiares de deteção térmica e os limiares dolorosos térmicos e mecânicos entre o grupo SPF e assintomático, antes e após a realização da atividade funcional

Metodologia: Foi realizado um estudo de caso-controlo, com uma amostra não probabilística de 14 participantes, sendo divididos em grupo SPF (n=7) e grupo assintomático (N=7), de acordo com os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Todos os participantes foram instruídos a preencher um questionário de caracterização socio-demográfica e a escala KOOS, após a qual realizaram uma avaliação do perfil somatossensorial, a avaliação da intensidade da atividade muscular do VIO e do VE e novamente uma avaliação do perfil somatossensorial. Os participantes foram avaliados por um investigador externo ao estudo.

Resultados: Os resultados obtidos demonstram que não existem diferenças estatisticamente significativas entre o perfil somatossensorial do grupo sintomático e o grupo assintomático ($p>0,05$). No que diz respeito à intensidade da atividade muscular, não se verificaram diferenças na intensidade da contração muscular do VIO ($p=0,710$), VL ($p=0,128$) e RA ($p=0,383$) entre os grupos. Registaram-se diferenças do perfil somatossensorial após a realização da atividade ‘step down’, registou-se uma diminuição significativa do PPT avaliado no epicôndilo contra-lateral ($p=0,048$) e um aumento significativo do CDT avaliado no epicôndilo contra-lateral ($p=0,005$) e do HPT avaliado na rótula ($p=0,019$) e no retináculo externo ($p=0,048$).

Discussão e Conclusão: Os resultados relativos à intensidade da atividade muscular vão de encontro à literatura (Powers, Landel & Perry, 1996). No que diz respeito ao perfil somatossensorial, não se verificaram diferenças entre os grupos antes da realização da tarefa “step down”, apenas após a realização da mesma. Estes resultados foram parcialmente de encontro à literatura (Jensen, Kvale & Baerheim, 2007; Rathleff, et al., 2013; Noehren, et al., 2016). O presente estudo adiciona a esta informação, os dados relativos à diminuição do HPT, realçando e confirmando assim a corrente de investigação que afirma que o SPF apresenta uma componente neuropática e não apenas biomecânica.

Abstract

Estudo do perfil somatossensorial e do controlo motor do quadríceps de indivíduos assintomáticos e com Síndrome Patelofemoral, na atividade de “descer um degrau”

David Carapeta, Rita Fernandes, Marco Jardim

Key words: somatosensory profile; motor control; patellofemoral pain syndrome

Introduction: Knee injuries are very common, matching approximately 42% of all musculoskeletal injuries that lead patients to physiotherapy (Taunton, et al., 2002) and 16 to 25% of them are diagnosed as patellofemoral pain syndrome (PFPS) (Devereaux & Lachmann, 1984; Taunton, et al., 2002). It is a common belief that, between other factors, the disturbed muscular activity between *vastus medialis obliquos* (VMO) and *vastus medialis* (VM) may be in PFPS etiology (Nakagawa, Moriya, Maclet & Serrão, 2012; Petersen, et al., 2014). In other side, a new investigation tendency concluded that there is a primary and secondary hyperalgesia phenomenon in these patients (Rathleff, et al., 2013), because of high pain levels endured for long periods of time. This phenomenon was also described as a decreased pain pressure threshold in the patellar region (Rathleff, et al., 2013).

Aim: 1) To compare VMO and VM muscular intensity during the step down task, between PFPS and asymptomatic groups; 2) To compare thermic detection threshold, thermic and pressure painful threshold between PFPS group and asymptomatic groups, before and after the step down task.

Methods: A case-control study was conducted, using a non-probabilistic sample of 14 participants, divided in PFPS group (n=7) and asymptomatic group (n=7). All participants were instructed to fill in a sociodemographic and the KOOS scale. After that, the participants realized a somatosensory evaluation, a muscular intensity evaluation of *vastus medialis obliquos* and *vastus lateralis* and another somatosensory evaluation. All measurements were done by an external and blind collaborator.

Results: The results show no statistically significant differences between the somatosensory profile of the symptomatic and the asymptomatic group ($p>0,05$). Regarding the intensity of muscle contraction, there were no differences in VMO's muscular intensity ($p=0,710$), VL's ($p=0,128$) and Rectus Femoralis (RF) ($p=0.383$) between groups. Regarding the differences in somatosensory profile after the 'step down task', there was a significant decrease in PPT assessed in the contralateral epicondyle ($p=0,048$) and a significant increase in the CDT assessed in the contralateral epicondyle ($p=0,005$) and HPT assessed on the patella ($p=0.019$) and on the external retinaculum ($p=0,048$).

Discussion and Conclusion: The muscular activity results follow the current literature (Powers, Landel & Perry, 1996). Regarding the somatosensory profile, we didn't verify any differences between groups before the step down task. Only after this task were found differences in the somatosensory profile. These results agree partially with the current literature, as several authors affirm the decreased in PPT and in CDT of PFPS (Jensen, Kvale, Baerheim, 2007; Rathleff, et al., 2013; Noehren, et al., 2016). The present study adds to this information, data on the HPT decrease, thus enhancing and confirming the current investigation that states that PFPS has a neuropathic component and not just biomechanics.

Índice

1. Introdução	3
2. Metodologia	7
2.1 Tipo de Estudo	7
2.2 Amostra & Processo de Recrutamento da Amostra	7
2.3 Outcomes e Instrumentos.....	8
2.3.1. Escala Numérica de Dor (END).....	8
2.3.2. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)	8
2.3.3. Quantitative Sensory Testing (QST).....	9
2.3.4. Eletromiografia de superfície (EMGs).....	9
2.4 Procedimentos	10
2.5. Questões éticas	15
2.6. Análise dos Dados.....	16
3. Resultados.....	16
4. Discussão	21
5. Conclusão	24
6. Bibliografia	26

Lista de Abreviaturas

CDT – Cold Detection Threshold

CPT – Cold Pain Threshold

CVM – Contração Voluntária Máxima

DP – Desvio Padrão

EMG – Eletromiografia

EMGs – Eletromiografia de Superfície

END – Escala Numérica da Dor

ESS-IPS – Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal

HPT – Hot Pain Threshold

KOOS – Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score

PPT – Pain Pressure Threshold

QST – Quantitative Sensory Test

RA – Reto Femoral

SNC – Sistema Nervoso Central

SNP – Sistema Nervoso Periférico

SPF – Síndrome Patelofemoral

VE – Vasto Externo

VIO – Vasto Interno Oblíquo

WDT – Warm Detection Threshold

1. Introdução

As lesões no joelho são muito comuns na prática clínica diária dos fisioterapeutas, representando aproximadamente 42% de todas as condições apresentadas pelos utentes (Taunton et al., 2002), sendo que 16 a 25% são diagnosticadas como síndrome patelofemoral (SPF) (Devereaux & Lachmann, 1984; Taunton et al., 2002). Também os médicos de clínica geral, avaliam em média 5 a 6 novos casos de SPF por cada 1000 utentes por ano, sendo que em populações fisicamente ativas a incidência chega aos 22 novos casos por cada 1000 utentes por ano (Boling, Padua, Marshall, Guskiewicz, Pyne & Beulter, 2010).

O SPF apresenta um elevado nível de prevalência e de custos associados (Pal et al., 2012; Tan et al., 2010). Não são conhecidos em Portugal dados acerca da prevalência desta condição clínica na população geral ou no subgrupo dos atletas, nem os seus custos associados. No entanto, será de prever que os custos socioeconómicos no nosso país sejam similares a outros países europeus. De acordo com Tan e colaboradores (2010), na Holanda estima-se que indivíduos com SPF gastam mais de 135€ por ano em custos diretos com a saúde quando comparados com indivíduos sem SPF.

De acordo com as mais recentes orientações internacionais, o SPF pode ser definido como a presença de dor na região patelar ou retropatelar que agrava em pelo menos uma atividade funcional que promova o aumento da pressão articular durante movimentos de flexão/extensão do joelho em carga, como por exemplo, o subir e descer escadas (Crossley, Stefanik, et al., 2016; Crossley, van Middelkoop, et al., 2016). Para além da dor, estes autores descrevem outros sinais e sintomas associados, particularmente a presença de crepitação ao movimento, edema ligeiro e dor à palpação da região anterior do joelho (Crossley, Stefanik, et al., 2016; Crossley, van Middelkoop, et al., 2016).

O conhecimento atual é limitado, no que diz respeito aos diferentes fatores que caracterizam um SPF (Heijden, Rijndertse, Bierma-Zeinstra & Middelkoop, 2017), no entanto, podemos distinguir duas dimensões amplamente descritas na literatura: alterações cinemáticas e alterações da atividade muscular (Petersen, et al., 2014). As alterações cinemáticas prendem-se com a alteração do ângulo Q e com o mau posicionamento da patela, apresentando-se em rotação e inclinação externa (Petersen et al., 2014; Powers, Witvrouw, Davis & Crossley, 2017).

O aumento do ângulo Q durante atividades funcionais (Powers, Witvrouw, Davis

& Crossley, 2017) e também numa avaliação estática (Kaya & Doral, 2012) poderá estar associado com o SPF. No entanto, surgem também indicações de que o aumento do ângulo Q numa avaliação estática não representa um fator de risco para o SPF, não devendo, portanto, ser utilizada para inferir a cinemática da articulação patelofemoral (Powers, Witvrouw, Davis & Crossley, 2017). Existem também estudos que verificaram a existência de um aumento na mobilidade interna da patela ($p=0.026$) em indivíduos com SPF quando comparados com indivíduos assintomáticos (Witvrouw, Lysens, Bellemans, Cambier & Vanderstraeten, 2000).

As alterações da atividade muscular prendem-se com a alteração do controlo motor do Vasto Interno Oblíquo (VIO) e do Vasto Externo (VE), nomeadamente na alteração da intensidade da atividade muscular destes músculos (Crossley, Stefanik, et al., 2016; Powers, Witvrouw, Davis & Crossley, 2017) ou na alteração dos *onsets* musculares (Cowan, Bennell, Hodges, Crossley, & McConnell, 2001; Briani, et al., 2018).

Werner (1995) verificou a existência de uma diminuição estatisticamente significativa da intensidade da contração muscular dos músculos extensores do joelho durante uma atividade de extensão do joelho na fase concêntrica ($p=0.004$) e na fase excêntrica ($p=0.002$). Mais especificamente, a diminuição da intensidade da atividade muscular do VIO tem sido verificada em utentes com SPF (Crossley, Stefanik, et al., 2016; Powers, Witvrouw, Davis & Crossley, 2017). Associada a esta diminuição da capacidade do VIO produzir força, foi também estudada a sua área transversal, tendo sido verificada uma diminuição estatisticamente significativa ($p=0.04$) da mesma em indivíduos com SPF (Pattyn, et al., 2011).

Este défice no controlo motor, quando mantido por longos períodos de tempo, parece ter consequências de *stress* excessivo da articulação patelofemoral devido a elevadas cargas na articulação e/ou ao mau posicionamento da patela (Heijden, Rijndertse, Bierma-Zeinstra & Middelkoop, 2017). Tal leva a que exista um estiramento repetido do retináculo externo (Rathleff, et al., 2017) e, adicionalmente, ao aumento das forças de compressão no osso subcondral (Noehren, Shuping, Jones, Akers, Bush & Sluka, 2016), irritando os nociceptores periféricos presentes e originando uma sensibilização dos mesmos, produzindo então dor (Rathleff, et al., 2017). Assim, tem sido sugerido que este facto implica processos fisiopatológicos, como a inflamação do líquido sinovial peripatelar e o aumento da atividade metabólica óssea patelar (similar a uma fratura de stress). Estes processos resultam na perda da homeostasia dos tecidos músculo-

esqueléticos inervados, fazendo com que a existência de dor possa persistir temporalmente, uma vez iniciado este processo (Dye, 2005).

Sabe-se também que a estimulação contínua dos nociceptores periféricos durante longos períodos de tempo, especialmente quando são mantidos níveis elevados de dor, está associada a diminuição do limiar de dor à pressão (PPT) local ou distal, através dos fenómenos de hiperalgesia primária ou secundária, respetivamente (Rathleff et al., 2013). Concretamente verificou-se no estudo de Rathleff e colaboradores (2013) que adolescentes do género feminino com SPF apresentaram uma diminuição significativa do PPT avaliado na rótula e retináculo externo ($p=0.0001$), quando comparado com um grupo de controlo. Num outro estudo, verificou-se a existência de uma diminuição significativa do PPT no joelho sintomático, no joelho contra lateral e no epicôndilo contra lateral ($p<0.05$), dos indivíduos com SPF quando comparados com o grupo de controlo, sendo esta diminuição mais evidente nos participantes do género feminino (com o tamanho do efeito a variar entre 0.73 e 0.98) (Heijden, Rijndertse, Bierma-Zeinstra & Middelkoop, 2017). Ainda noutro estudo, realizado por Noehren e colaboradores (2016), foi verificada uma redução significativa no PPT avaliado na rótula ($p=0.01$), retináculo externo ($p=0.02$) e também no epicôndilo contra-lateral ($p=0.03$) dos participantes com SPF quando comparado com um grupo de controlo.

Atualmente, é também consensual que existem discrepâncias entre experiências de dor na maioria das condições músculo-esqueléticas e uma possível e provável explicação para este facto passa pelas discrepâncias no processamento da dor ao nível do sistema nervoso central (SNC) e periférico (SNP) (O'Leary, et al., 2016). Inclusive, foi verificada uma diminuição do PPT avaliado no epicôndilo contra lateral de sujeitos com SPF, sugerindo que estes sujeitos poderão apresentar alguns fenómenos de sensibilização central, como hiperalgesia secundária (Noehren, 2016; Heijden, Rijndertse, Bierma-Zeinstra & Middelkoop, 2017).

Considerando o descrito anteriormente, além das alterações cinemáticas e de controlo motor, parece ganhar consistência a presença de indicadores somatossensoriais em indivíduos com SPF. Nesta linha de raciocínio, Noehren e colaboradores (2016) realizaram um estudo com o objetivo de verificar a diminuição do limiar doloroso à pressão (PPT) em indivíduos com SPF. Para tal compararam um grupo com SPF com um grupo assintomático e avaliaram o PPT na rótula, retináculo externo e epicôndilo contra lateral, bem como o ângulo de adução do joelho durante a realização da marcha.

Considerando os resultados obtidos (diminuição do PPT na rótula ($p=0.02$),

retináculo externo ($p=0.00$), epicôndilo contra-lateral ($P0.03$) e também diminuição do ângulo de adução do joelho ($p=0.00$), os autores sugerem que o SPF é caracterizado por um aumento na sensibilidade dolorosa local e central, sendo esse facto relacionado com uma componente mecânica, nomeadamente no que se refere à biomecânica da marcha. Estes autores concluíram que o SPF apresenta uma componente biomecânica, nociceptiva e também aspetos relativos a alterações correspondentes a sensibilização central (Noehren, 2016). Esta sensibilização pode ocorrer devido ao aumento da libertação de neurotransmissores nas vias ascendentes que inervam o joelho em si, mas também mantidas por alterações pós-sinápticas e alterações nos processos descendentes, resultando no aumento da excitabilidade destas vias (Martindale, Wilson, Reeve, Chessell & Headley, 2007; Noehren, et al., 2016).

Ao estudar um grupo de indivíduos com SPF no que se refere às variáveis somatossensoriais e mecânicas, o estudo de Noehren e colaboradores (2016) é um forte contributo à investigação nesta área. No entanto, a atividade selecionada (marcha), apesar de muito importante no dia-a-dia não é a que mais se relaciona com o SPF, sendo particularmente relevantes as atividades que estimulam o aumento da pressão articular sobre a articulação (Chinkulprasert, Vachalathiti & Powers, 2011; Harput, Howard & Mattacola, 2016), como o subir/descer um degrau, que se têm vindo a demonstrar como sintomatológica em indivíduos com SPF (Crossley, Stefanik, et al., 2016; Crossley, van Middelkoop, et al., 2016).

Torna-se então importante estudar simultaneamente as características mecânicas e somatossensoriais já descritas como estando presentes em indivíduos com SPF (e relevantes para a intervenção junto dos mesmos), como são exemplo o controlo motor do quadrícipite e os limiares de dor na resposta a diferentes tipos de estímulos (Noehren, et al., 2016; Rathleff, et al., 2017), mas na realização de uma atividade sintomática para esta população clínica. Tal permitirá aumentar o conhecimento científico acerca do SPF e dos respetivos mecanismos de produção de dor, contribuindo dessa forma para a criação de novo conhecimento acerca das manifestações clínicas do SPF e da sua influência na abordagem clínica a considerar. Assim, este trabalho tem como objetivos:

Comparar os limiares de deteção térmica e os limiares dolorosos térmicos e mecânicos entre indivíduos com SPF e assintomáticos, antes e após a realização da atividade funcional “*step down*”.

Comparar a intensidade de contração muscular do VIO, VE e RA durante a realização da atividade funcional descer degrau, entre indivíduos com SPF e

assintomáticos.

2. Metodologia

2.1 Tipo de Estudo

Foi realizado um estudo transversal observacional de caso-controlo (Seca, et al., 2008), uma vez que foram avaliados dois grupos de indivíduos (com SPF e Assintomáticos) numa única sessão com recurso a duas metodologias de avaliação distintas, sendo este o tipo de estudo permite dar resposta aos objetivos anteriormente definidos.

2.2 Amostra & Processo de Recrutamento da Amostra

A amostra foi recrutada a partir da comunidade académica da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal (ESS-IPS), de acordo com os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Para o grupo de indivíduos com SPF consideraram-se os seguintes critérios de inclusão: 1) apresentar dor no joelho ou na região peri-articular da rótula durante atividades da vida diária, como agachar-se, subir e descer escadas, ou em atividades desportivas, como correr ou saltar; 2) ausência de dor noutros locais dos membros inferiores (anca ou pé) (Jensen, Hystad, Kvale & Baerheim, 2007; Crossley, Stefanik, et al., 2016). No que diz respeito aos critérios de exclusão considerou-se: 1) presença de outras patologias ou disfunções do joelho diagnosticadas (osteoartrose, lesões meniscais e/ou ligamentares, entre outras); 2) história prévia de cirurgia a um dos joelhos; 3) toma regular de analgésicos, corticosteroides ou opiáceos; 4) realizar ou ter realizado Fisioterapia ou outro tratamento conservador nos 3 meses anteriores ao momento da recolha de dados; 4) presença de doença mental, gravidez ou outros problemas de saúde, como dor crónica ou doença sistémica (Jensen, Hystad, Kvale & Baerheim, 2007; Crossley, Stefanik et al., 2016).

Para o grupo assintomático consideraram-se os seguintes critérios de inclusão: 1) indivíduos com ausência de qualquer dor ou sintomatologia ou patologia diagnosticada de natureza músculo-esquelética, sistémica ou outra, que impedisse a participação do previsto no estudo.

Para o recrutamento da amostra, foi realizada a divulgação do estudo através da colocação de cartazes no Campus do IPS, onde constavam informações sobre o mesmo, as características dos potenciais participantes e os procedimentos a ter em conta para participação (Anexo I). Finalizado o processo de recrutamento, os interessados enviaram e-mail para um endereço eletrónico especialmente criado para o efeito. Posteriormente, o investigador principal entrou em contacto (por telefone ou via e-mail) com os mesmos, combinando data e hora para comparecerem no Sense & Motion Lab da ESS-IPS, com o objetivo de se verificar a elegibilidade dos participantes para o estudo. Após a verificação dos critérios de inclusão e exclusão, os participantes foram então alocados nos respetivos grupos, mediante apresentassem SPF ou não.

2.3 Outcomes e Instrumentos

Tendo em conta as variáveis em estudo, foram utilizados diferentes instrumentos de medida. Para avaliar a intensidade da atividade muscular do quadrícipite foi utilizada a Eletromiografia de Superfície (EMGs). Por outro lado, o *Quantitative Sensory Testing* (QST) foi utilizado para avaliar os limiares de deteção térmica e os limiares dolorosos térmicos e mecânicos dos participantes. Utilizou-se ainda a Escala Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) (Gonçalves, Cabri, Pinheiro & Ferreira, 2009) com o objetivo de melhor caracterizar a amostra em estudo

2.3.1. Escala Numérica de Dor (END)

Para a avaliação da perceção da intensidade da dor recorreu-se ao uso da END. Esta consiste numa escala de 11 pontos, variando entre valores inteiros de 0 a 10, em que 0 = Ausência de dor e 10 = Pior dor que se pode imaginar. O indivíduo foi instruído a assinalar o número que melhor representa a sua dor no momento da avaliação. Este instrumento de medida apresenta uma elevada fidedignidade teste-reteste ($r=0.72$ a 0.78) e é bastante sensível para identificar alterações no nível de dor (Good, 2001). Assim, a END é considerada uma medida de avaliação da perceção da intensidade da dor fidedigna, sensível, simples e facilmente reproduzível.

2.3.2. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Esta escala tem como objetivo medir e avaliar a incapacidade gerada por

problemas no joelho. Este questionário encontra-se traduzido e validado para a população portuguesa por Gonçalves, Cabri, Pinheiro & Ferreira (2009). O questionário apresenta 5 domínios: sintomas, rigidez, dor, atividades da vida diária e atividades desportivas e de lazer, sendo o score final compreendido numa escala de orientação positiva entre 0 (problemas extremos no joelho) e 100 (ausência de problemas no joelho). Apresenta uma consistência interna elevada, com um alfa de Cronbach entre 0.77 (outros sintomas) e 0.95 (atividades da vida diária) e um Coeficiente de Correlação Intraclass entre 0.82 e 0.94 para as diferentes subcategorias, mostrando assim uma elevada validade e reprodutibilidade (Gonçalves, Cabri, Pinheiro & Ferreira, 2009).

2.3.3. Quantitative Sensory Testing (QST)

A avaliação dos limiares de deteção térmica e dos limiares dolorosos térmicos e mecânicos foi realizada utilizando o Quantitative Sensory Testing (QST) com recurso ao TSA 2001- II e ao AlgoMed (MEDOC, Israel,). O QST compreende uma variedade de testes que cobrem praticamente todos os aspetos necessários para gerar um perfil somatossensorial de um indivíduo. Todos estes testes já demonstraram previamente a sua validade e fiabilidade (Rolke, et al., 2006). As grandes vantagens em utilizar o QST em relação aos restantes testes somatossensoriais são a facilidade de aplicação e o curto espaço de tempo em que se recolhem os dados necessários para realizar a caracterização do perfil somatossensorial de um indivíduo (Rolke, et al., 2006).

No que diz respeito à fiabilidade dos testes térmicos, verificou-se que o limiar de deteção ao quente (WDT) apresenta valores de CCI que variam de moderado a elevado (0.52 a 0.70, respetivamente), o limiar doloroso ao quente (HPT) apresenta valores de CCI elevados (entre 0.77 e 0.86), e o limiar de deteção ao frio (CDT) apresenta valores que variam de baixo a elevado (0.35 a 0.70, respetivamente). Não existem dados relativamente ao CCI do limiar doloroso ao frio (CPT). A fiabilidade do limiar doloroso à pressão (PPT) varia entre valores elevados a muito elevados (0.77 a 0.86, respetivamente). Os valores apresentados fazem do QST um instrumento de avaliação fiável, particularmente na avaliação dos limiares dolorosos à pressão (Wylde, Palmer, Learmonth & Dieppe, 2011)

2.3.4. Eletromiografia de superfície (EMGs)

Para avaliar o comportamento muscular do quadricípite, particularmente as

porções do VE, VIO e RA foi utilizada a EMGs. É considerado um instrumento fiável e amplamente utilizado na avaliação da intensidade de ativação de diversos grupos musculares em sujeitos sintomáticos e assintomáticos (Konrad, 2005; Gatchel, Robinson, Pulliam, & Maddrey, 2003).

Um estudo de Bogla, Malone, Umberger & Uhl (2010) verificou valores de CCI para a intensidade da atividade muscular do VIO e do VL entre os 0.40 e os 0.95 na atividade de descer um degrau. Apesar destes valores apresentarem uma grande diferença, todas as avaliações do erro padrão associado às medições é baixo, não ultrapassando os 14ms. Num outro estudo conduzido por Earl, Hertel e Denegar (2005), o erro padrão associado às medições também foi baixo, variando entre os 16.6 e os 18.2ms.

Para aquisição do sinal eletromiográfico (EMG) foram usados elétrodos descartáveis, com superfícies de deteção com 24mm de diâmetro, redondos, em tecido não-tecido, autoadesivos, pré- gelificados, com conector de encaixe de 3.9mm de diâmetro, colocados numa configuração bipolar diferencial com uma distância entre elétrodos de 10mm e de 20mm inter-elétrodos de centro a centro (Santos & Matias, 2011). Estes elétrodos encontram-se ligados a uma unidade EMG portátil *PhysioPLUX - PLUX®*) com 4 sensores ativos com ganho de 1000, CMRR de 110dB, banda passante de 25-500Hz. O aparelho foi usado numa configuração com ritmo de amostragem de 1000Hz, 12-bit de resolução e com ligação via Bluetooth (até 100m) a um computador, sendo utilizado para a visualização e aquisição do sinal eletromiográfico o programa OpenSignals (r)evolution (*PLUX – Wireless Biosignals®*). O sinal eletromiográfico foi filtrado utilizando um filtro Butterworth de 7ª ordem (7th) com banda passante com frequência entre 10Hz e 500Hz e suavizado através da determinação da envolvente eletromiográfica (*linear envelope*) com uma frequência de 7Hz.

2.4 Procedimentos

Previamente à recolha de dados foi realizado um treino de competências com os investigadores envolvidos de modo a preparar uma recolha o mais rigorosa possível. Este treino teve por objetivo específico dotar os investigadores de competências técnicas e de conhecimento teórico de forma a garantir a respetiva autonomia na recolha, processamento e análise dos dados recolhidos. O treino de competências serviu também para aferir o tempo médio necessário para a recolha de dados por participante.

Na visita ao laboratório, e após leitura da carta explicativa, os participantes

preencheram o Questionário de Caracterização Sociodemográfica, as escalas KOOS e END.

Após este momento, os sujeitos com SPF foram alocados no grupo SPF e os restantes indivíduos foram alocados no grupo de controlo. No grupo SPF, foi avaliado o joelho sintomático e no grupo de controlo a seleção do joelho em avaliação foi realizada de forma aleatória, através de um processo controlado e duplamente-cego, sem conhecimento por parte do investigador principal e dos participantes, com um envelope selado (Bonita, et al., 2006; Gordis, et al., 2011). As possibilidades de seleção encontravam-se em envelopes opacos, sem qualquer identificação, sendo, assim, solicitado a cada participante que escolhesse um envelope sem conhecer qual o membro que iniciou a avaliação (Vaz, Santos, Machado & Carneiro, 2004).

Após a identificação do membro em teste, foi realizada a caracterização do perfil somatossensorial, recorrendo ao QST, após a qual ocorreu a avaliação da intensidade da atividade muscular do VIO, VE e RA na tarefa “*Step Down*” recorrendo à EMGs, e novamente realizada a avaliação do perfil somatossensorial (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma do Estudo 1.



Legenda: ESS-IPS – Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal; END – Escala Numérica da Dor; SPF – Síndrome Patelofemoral; KOOS – Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; QST – Quantitative Sensory Test

No que se refere à avaliação somatossensorial, o protocolo utilizado no presente

estudo centra-se nas recomendações da *German Research Network on Neuropathic Pain* (Rolke, et al., 2005). Assim, este protocolo caracteriza-se pela avaliação da sensibilidade térmica e mecânica, assim como percepção da dor térmica e mecânica, através de procedimentos não invasivos. Nesse sentido, foram avaliados 3 parâmetros: o limiar de detecção térmico, o limiar de dor térmico, e o limiar de dor à pressão (Rolke, et al., 2006). Para a avaliação dos limiares sensitivos e dolorosos ao quente e frio foi utilizado o termômetro TSA-II que foi programado para, a partir da *baseline* (32°C), aumentar e diminuir a sua temperatura com incrementos ou diminuições precisas de 1°C por segundo, com o limite de segurança estabelecido em 0 e 50.5°C, respetivamente. Para a avaliação do limiar doloroso à pressão foi utilizado o algómetro digital com uma área de contacto de 1cm², com incrementos precisos de 40kPa (Noehren, et al., 2016) e com uma força máxima aplicável de 2000kPa (Rolke, et al., 2006).

A investigadora responsável pelo protocolo de avaliação somatossensorial, começou por marcar com uma cor diferenciada os locais para aplicação do QST, nomeadamente no centro da patela, retináculo externo e 3cm inferior ao epicôndilo, sendo que os participantes estavam sentados numa cadeira com os joelhos fletidos a 40° (Noehren, et al., 2016). O centro da patela foi entendido como o ponto intermédio na direção médio-lateral e superior-inferior da mesma. Desta marca no centro da patela mediu-se 2cm lateralmente e marcou-se o retináculo externo. Foi também marcada a região 3cm inferior ao epicôndilo do cotovelo contra lateral aos sintomas dos participantes (Noehren, et al., 2016). No grupo de controlo, foi marcado também o epicôndilo contra lateral ao membro a ser avaliado nos restantes parâmetros do QST. Os testes relativos aos limiares térmicos foram repetidos por 3 vezes e a média das 3 avaliações foi considerada para análise (Rolke, et al., 2006; Noehren, et al., 2016). Os testes relativos ao limiar doloroso à pressão foram repetidos por 2 vezes e a média das 2 avaliações foi considerada para análise (Noehren, et al., 2015). Os testes foram realizados pela seguinte ordem: 1° - WDT; 2° - HPT; 3° - CDT; 4° - CPT; 5° - PPT (Noehren, 2016).

No que se refere à avaliação do comportamento muscular do quadricípite, foram seguidos os seguintes passos:

1. Preparação da Pele e Colocação dos Eléktrodos: Previamente à colocação dos eléctrodos, foram tidos em conta alguns procedimentos de maneira a reduzir os níveis de impedância e consequentemente melhorar a qualidade do sinal eletromiográfico. Nesse sentido, procedemos à preparação da pele dos participantes através da: 1) remoção de

pelos na área muscular a colocar os eléktodos; 2) remoção da superfície morta da pele por abrasão com lixa apropriada; 3) limpeza com álcool; 4) aguardar um intervalo de tempo (não inferior a cinco minutos) entre a colocação dos eléktodos e o início da recolha com o objectivo de fazer descansar a pele. Neste passo, houve especial atenção à limpeza do suor quando aplicável (Christou, E., 2004; Konrad, P., 2005). É espectável que após este procedimento a pele apresente uma tonalidade ligeiramente avermelhada, significando que esta se encontra em ótimas condições para a recolha de dados electromiográficos (Konrad, P., 2005). Para a correcta colocação dos eléktodos, solicitou-se aos participantes que se sentassem numa cadeira com os joelhos a 40° de flexão (Noehren, et al., 2016) e procedeu-se à localização e identificação das diferentes regiões anatómicas através da palpação e recurso a marcadores de cor diferenciada. Este procedimento seguiu as recomendações da *Surface ElectroMyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM, n.d.). Os eléktodos para o Vasto externo foram colocados a 2/3 da linha entre a espinha ilíaca ântero-superior e o bordo lateral da patela, seguindo a orientação das fibras musculares. Os eléktodos para o músculo Vasto interno oblíquo foram colocados a 80% da linha entre a espinha ilíaca ântero-superior e o espaço articular localizado anteriormente ao ligamento lateral interno do joelho, seguindo a orientação das fibras musculares. Os eléktodos para o músculo Reto Anterior foram colocados no ponto intermédio entre a espinha ilíaca ântero-superior e o polo superior da patela, seguindo também a orientação das fibras musculares. O eléktodo terra foi colocado na tuberosidade anterior da tibia do membro homolateral.

Antes de qualquer recolha, o sinal EMG foi visualmente inspecionado para verificar a ligação do equipamento, determinar a qualidade de conexão dos eléktodos à pele ou existência de qualquer artefacto. Para prevenir qualquer desconexão durante as recolhas, todos os eléktodos foram fixados à pele com *tape* hipoalergénico (WolfTape Athletic Tape®). O teste garantiu a atividade de repouso dos músculos em estudo.

2. Normalização do sinal EMG: Neste estudo, os participantes ficaram sentados numa marquesa, em condições semelhantes ao descrito na literatura (Harput, Howard & Mattacola, 2016). Após os participantes assumirem a posição descrita, o investigador principal aplicou uma resistência manual isométrica na extremidade distal da perna, imediatamente acima do tornozelo, contrariando o movimento de extensão do joelho. Para cada CVM, os participantes realizaram uma repetição de teste e de seguida 3 repetições de 5 segundos da CVM cada, com intervalos de descanso de 30 segundos entre

cada repetição, de maneira a diminuir os efeitos da fadiga muscular. Durante o registo da CVM foi dado encorajamento verbal para que estes realizassem o máximo de força possível (Harput, Howard & Mattacola, 2016). A normalização do sinal foi repetida sempre que o investigador verificou alguma compensação de movimento por parte do participante, nomeadamente ao nível do tronco ou bacia. Para o cálculo da CVM de cada músculo foi realizada a média aritmética das três repetições.

3. Actividade de Teste “*Step Down Task*”: Seguidamente, os participantes realizaram a tarefa “*Step Down*”. Esta atividade funcional foi selecionada pelo facto de estimular o aumento da pressão da articulação patelofemoral num movimento de flexão/extensão do joelho e tem sido regularmente utilizada por vários autores (Chinkulprasert, Vachalathiti & Powers, 2011; Harput, Howard & Mattacola, 2016). Esta atividade consiste em descer e voltar a subir um degrau ou plataforma ajustável que pode variar de 5.1cm até 20.3cm de altura, de maneira a que membro que se encontra em cima do degrau (membro em teste) realize 60° de flexão do joelho enquanto o calcanhar contrário toca no chão (Harput, Howard & Mattacola, 2016). Para efeitos deste estudo, foi registada a atividade muscular da fase excêntrica do movimento por ser a mais solicitada para o controlo do movimento do complexo articular do joelho, incluindo da articulação patelofemoral.

Antes da realização da atividade, os participantes realizaram uma sessão prática para familiarização e compreensão da mesma. Em caso de dúvidas ou dificuldades, deveria ser reforçada toda a informação e a repetição da sua execução prática. De seguida, os participantes realizaram três repetições da atividade, sendo que todos seguiram os mesmos procedimentos de forma a minimizar a ocorrência de possíveis erros sistemáticos. Mais uma vez, se o investigador identificasse compensações ou grande oscilação de movimento procedia-se à repetição da tarefa. Se por alguma razão os participantes fossem incapazes de corrigir ou realizar a tarefa seriam excluídos do estudo. Para o cálculo da intensidade da ativação muscular utilizou-se a seguinte formula: $EMG_{norm} = EMG_m / EMG_{max} * 100$, em que o EMG_{norm} corresponde à percentagem da atividade muscular; EMG_m corresponde ao valor médio da amplitude do sinal EMG das três repetições; EMG_{max} a média da CVM de cada músculo (Jae-Woong Lee, et al, 2015), sendo este procedimento realizado para os músculos VL, VIO e RA individualmente.

Posteriormente os dados foram devidamente armazenados e identificados num

ficheiro de computador, para posterior processamento “*off-line*”. O processamento do sinal de EMG foi realizado off-line com auxílio de software específico OpenSignals (r)evolution (PLUX – Wireless Biosignals®). A partir destes dados, foi considerado o valor da amplitude do sinal eletromiográfico, correspondente à intensidade da atividade muscular dos diferentes músculos em estudo.

Após a avaliação do comportamento muscular do quadricípite, os participantes voltaram a realizar a avaliação somatossensorial, de acordo com o descrito previamente. Ao todo, a recolha de dados ocorreu no Sense & Motion Lab, demorando em média 1h e 20min por participante.

2.5. Questões éticas

Previamente ao processo de recrutamento da amostra, o protocolo de investigação foi sujeito à análise por parte da Comissão de Ética Especializada em Investigação da ESS-IPS (CEEI – ESS-IPS) encontrando-se no Anexo VI o processo de submissão e parecer favorável ao desenvolvimento do estudo. Após este parecer positivo iniciaram-se os procedimentos relativos à constituição da amostra e restante desenvolvimento do estudo.

Foi dada total liberdade aos participantes para colocarem dúvidas antes, durante e após a realização do estudo, bem como foram informados que a qualquer momento poderiam desistir do estudo, sem que isso se traduzisse em qualquer tipo de prejuízo para si próprio. A confidencialidade dos participantes foi também tida em conta na realização do estudo. Assim, os dados recolhidos pela investigadora responsável pelo processo de avaliação foram compilados e armazenados pelo investigador principal, em local próprio na ESS-IPS. Os documentos em papel encontram-se igualmente guardados em local seguro na ESS-IPS.

O investigador principal também procedeu à codificação dos dados, de acordo com uma sequência predefinida para o QST (Identificação do Participante, instrumento de avaliação, medida de avaliação e momento da avaliação – Ex.: 1SUJ_QST_PPT_T1), para a EMGs (Identificação do participante, instrumento de avaliação e momento de avaliação – Ex.: 1 SUJ_EMG_SDT_T0) e à respetiva introdução numa base de dados para posterior análise. Apenas os elementos da equipa de investigação tiveram acesso à sequência correspondente e ao código de cada participante, garantindo deste modo o anonimato de todos os participantes e a confidencialidade de todo o processo.

2.6. Análise dos Dados

A análise dos dados foi constituída pela análise das características sociodemográficas e clínicas de ambos os grupos, obtidas através do Questionário de caracterização Sociodemográfica e Clínica e da escala KOOS. Estas características foram sistematizadas através da estatística descritiva, com recurso a medidas de tendência central e de dispersão.

Para determinar se a amostra em estudo apresentava uma distribuição normal no que diz respeito às variáveis relativas aos limiares sensitivos e dolorosos ao calor e frio, limiar doloroso à pressão e intensidade da atividade muscular do VIO, VE e RA, foi necessário realizar o teste Shapiro-Wilk. Uma vez que a grande maioria das variáveis relativas ao perfil somatossensorial e também à intensidade da atividade muscular não apresentavam uma distribuição normal, optou-se por realizar testes estatísticos não-paramétricos. Para verificar se existiam diferenças significativas entre os grupos nas variáveis relativas ao perfil somatossensorial e na intensidade da atividade muscular do VIO, VE e RA, foi realizado o teste estatístico de Mann-Whitney. Para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as variáveis relativas ao perfil somatossensorial antes e após a realização da tarefa “step down” foi utilizado o teste estatístico de Wilcoxon para amostras emparelhadas.

A análise dos dados e o processamento estatístico foi realizado recorrendo ao software estatístico SPSS v.23 (Maroco, 2007).

3. Resultados

Neste capítulo começa-se por fazer a análise descritiva dos dados referentes às características sociodemográficas e clínicas dos participantes. Seguidamente, realiza-se a comparação entre os grupos nas variáveis em estudo e após esta análise descritiva será realizada a estatística inferencial.

No que diz respeito às características da amostra, o estudo integra o total de 14 participantes, que foram divididos em dois grupos: 7 participantes no grupo SPF e 7 no grupo de controlo.

No grupo SPF, 4 participantes são do género feminino (57.1%) e 3 participantes são do género masculino (42.9%). Neste grupo 6 participantes reportaram ser destros (85.7%). Verificou-se uma média de idades de 25.57 (DP=8.22) anos, uma massa média de 64.43kg (DP=12.77) e uma altura média de 1.65m (DP=0.11). No que diz respeito à

intensidade da dor que os participantes sentiam no momento da avaliação obteve-se um valor de 4.43 (DP=2.23) na END. A funcionalidade foi avaliada através da escala KOOS, estando esta dividida em 5 subescalas. Assim, na subescala sintomas a média do grupo SPF foi de 76.29 (DP=5.41), na subescala dor a média foi de 76 (DP=6.91), na subescala relativa às atividades da vida diária a média foi de 85.71 (DP=4.32), na subescala relativa às atividades desportivas e de lazer a média foi de 56.43 (DP=10.79) e na subescala relativa à qualidade de vida a média do grupo SPF foi de 58 (DP=10.06) (tabela 1).

No grupo de controlo, 3 participantes são do género feminino (42.9%) e 4 do género masculino (57.1%), sendo que todos os participantes reportaram ser destros. Verificou-se uma média de idades de 22 (3.46) anos, uma massa média de 73kg (13.64) e uma altura média de 1.69m (0.09). No que diz respeito à intensidade da dor que os participantes sentiam no momento da avaliação obteve-se um valor de 0 na END, como seria de esperar para o grupo de controlo. No que diz respeito à escala KOOS, na subescala sintomas a média do grupo controlo foi de 97.14 (DP=0.86), na subescala dor a média foi de 95.71 (DP=1.86), na subescala relativo às atividades da vida diária a média foi de 99.86 (DP=0.14), na subescala relativo às atividades desportivas e de lazer a média foi de 100 (DP=0) e na subescala relativo à qualidade de vida a média do grupo SPF foi de 100 (DP=0) (tabela 1).

Não existiram diferenças estatisticamente significativas no que diz respeito à idade ($p=0.318$), à massa ($p=0.383$) e à altura ($p=0.535$). Como seria de esperar, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no que diz respeito à dor ($p=0.004$) e nas subescalas da KOOS ($p<0.05$).

Tabela 1 – Características Sociodemográficas

Características Sóciodemográficas	Grupo SPF	Grupo de controlo
Género		
Masculino	57.1%	42.9%
Feminino	42.9%	57.1%
Idade	25.57 (8.22)	22 (3.46)
Massa	64.43 (12.77)	73 (13.64)
Altura	1.65 (0.11)	1.69 (0.09)
Lateralidade		
Direita	85.7%	100%
Esquerda	14.3%	0%
END	4.43 (2.23)	0 (0)

KOOS		
Sintomas	76.29 (5.41)	97.14 (0.86)
Dor	76 (6.91)	95.71 (1.86)
Atividades da Vida Diária	85.71 (4.32)	99.86 (0.14)
Atividades desportivas e de lazer	56.43 (10.79)	100 (0)
Qualidade de Vida	58 (10.06)	100 (0)

Legenda: END – Escala Numérica de Dor; KOOS – Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score

No que diz respeito ao perfil somatossensorial obtiveram-se os resultados descritos nas tabelas 2 (limiares dolorosos à pressão), 3 (limiares térmicos sensitivos e dolorosos) e 4 (avaliação intra-grupos do perfil somatossensorial).

Tabela 2 – Limiares dolorosos à pressão

Variável	Avaliação	SPF (n=7)	Controlo (n=7)	Mann-Whitney	Valor p
PPT rótula	Pré	525.843 (DP=182.00)	656.436 (DP=246.752)	31.00	0.456
	Pós	590.164 (DP=206.101)	644.200 (DP=231.006)	29.00	0.620
PPT retináculo externo	Pré	469.943 (DP=149.570)	622.929 (DP=160.119)	38.00	0.097
	Pós	545.214 (DP=260.198)	638.400 (DP=175.975)	34.00	0.259
PPT epicôndilo	Pré	341.250 (DP=136.561)	342.443 (DP=117.653)	26.00	0.902
	Pós	285.743 (DP=95.380)	300.021 (DP=760.653)	27.00	0.805

Legenda: DP: Desvio Padrão; PPT: limiar doloroso à pressão; SPF: Síndrome patelofemoral

No que diz respeito aos limiares dolorosos à pressão, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos (tabela 2). Também não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre a avaliação do PPT pré e pós a realização da tarefa “step down”, com exceção da avaliação realizada no epicôndilo pré e pós a realização da tarefa em estudo ($p=0.048$) (tabela 3).

Tabela 3 – limiares sensitivos dolorosos térmicos

Variável	Avaliação	SPF (n=7)	Controlo (n=7)	Mann-Whitney	Valor p
WDT rótula	Pré	37.754 (DP=1.912)	36.793 (DP=1.616)	15.00	0.259
	Pós	38.801 (DP=2.393)	38.197 (DP=3.260)	19.00	0.535

WDT retináculo externo	Pré	37.479 (DP=1.463)	39.197 (DP=2.635)	32.00	0.383
	Pós	38.466 (DP=2.763)	39.443 (DP=3.211)	28.00	0.456
WDT epicôndilo	Pré	36.061 (DP=1.426)	37.323 (DP=2.144)	33.00	0.318
	Pós	35.336 (DP=0.778)	37.466 (DP=3.284)	31.00	0.456
CDT rótula	Pré	28.989 (DP=1.409)	29.076 (DP=1.825)	27.00	0.805
	Pós	29.177 (DP=1.563)	28.891 (DP=2.184)	24.00	1
CDT retináculo externo	Pré	29.084 (DP=1.483)	28.884 (DP=1.442)	24.00	1
	Pós	28.547 (DP=3.033)	28.467 (DP=1.262)	18.00	0.456
CDT epicôndilo	Pré	30.170 (DP=1.605)	30.586 (DP=0.663)	23.00	0.902
	Pós	29.679 (DP=1.723)	30.147 (DP=0.716)	26.00	0.902
HPT rótula	Pré	42.689 (DP=1.565)	41.841 (DP=2.346)	18.00	0.456
	Pós	43.981 (DP=2.010)	43.583 (DP=2.929)	24.00	1
HPT retináculo externo	Pré	42.560 (DP=1.802)	45.101 (DP=2.605)	39.00	0.128
	Pós	44.036 (DP=2.521)	45.640 (DP=2.549)	32.50	0.318
HPT epicôndilo	Pré	42.461 (DP=4.175)	43.319 (DP=1.888)	27.00	0.805
	Pós	42.013 (DP=3.258)	42.651 (DP=2.874)	24.00	1
CPT rótula	Pré	24.614 (DP=3.177)	18.367 (DP=10.918)	17.00	0.902
	Pós	23.893 (DP=5.595)	15.931 (DP=9.292)	9.00	0.053
CPT retináculo externo	Pré	24.960 (DP=4.103)	18.717 (DP=7.698)	12.00	0.128
	Pós	21.843 (DP=10.006)	18.377 (DP=8.871)	13.50	0.165
CPT epicôndilo	Pré	24.044 (DP=6.083)	18.914 (DP=9.497)	13.00	0.165
	Pós	21.313 (DP=9.771)	18.157 (DP=10.901)	16.00	0.318

Legenda: DP - Desvio Padrão; WDT – limiar de detecção ao calor; CDT – limiar de detecção ao frio; HPT – limiar doloroso ao quente; CPT – limiar doloroso ao frio; SPF – Síndrome patelofemoral

No que diz respeito aos limiares de detecção ao calor, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos, antes e após a realização da tarefa “step down” (tabela 2). No entanto, verificou-se uma tendência para uma diminuição dos limiares no grupo SPF como é exemplo o WDT avaliado no retináculo externo pré e pós avaliação ($p=0.383$ e $p=0.456$, respetivamente).

No que diz respeito aos limiares de detecção ao frio, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos (tabela 2). Existiram apenas diferenças estatisticamente significativas entre a avaliação pré e pós a realização da tarefa “step down” quando avaliado no epicôndilo ($p=0.005$) (tabela 3).

No que diz respeito aos limiares dolorosos ao calor, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos (tabela 2). Existiram apenas diferenças estatisticamente significativas entre a avaliação pré e pós a realização da tarefa “step down” quando avaliado na rótula ($p=0.019$) e no retináculo externo ($p=0.048$) (tabela 3).

No que diz respeito aos limiares dolorosos ao frio, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos, antes e após a realização da tarefa “step down” (tabela 2). No entanto, verificou-se uma tendência para o aumento generalizado destes limiares no grupo SPF quando comparado com o grupo de controlo. Já no que diz respeito às diferenças entre a avaliação pré e pós a realização da tarefa “step down” parece existir uma diminuição deste limiar em ambos os grupos, sendo que essa diminuição não é estatisticamente significativa (tabela 3).

Tabela 4 – Avaliação intra-grupo do Perfil somatossensorial

		Wilcoxon	Diferenças pré pós realização da tarefa
PPT	Rótula	58.00	$p=0.730$
	Retináculo externo	69.00	$p=0.300$
	Epicôndilo	21.00	$p=0.048$
WDT	Rótula	82.00	$p=0.064$
	Retináculo externo	61.00	$p=0.594$
	Epicôndilo	42.00	$p=0.510$
CDT	Rótula	61.00	$p=0.594$
	Retináculo externo	39.00	$p=0.397$
	Epicôndilo	8.00	$p=0.005$
HPT	Rótula	90.00	$p=0.019$
	Retináculo externo	21.00	$p=0.048$
	Epicôndilo	40.00	$p=0.433$
CPT	Rótula	31.00	$p=0.177$
	Retináculo externo	34.00	$p=0.245$
	Epicôndilo	24.00	$p=0.074$

Legenda: PPT – limiar de dor à pressão; WDT – limiar sensitivo ao calor; CDT – limiar sensitivo ao frio; HPT – limiar doloroso ao calor; CPT – limiar doloroso ao frio.

No que diz respeito ao VIO, verificou-se uma maior intensidade de ativação muscular no grupo SPF (14.05, DP=6.32) comparativamente ao grupo de controlo (12.66, DP=5.93), sendo que esta diferença não foi estatisticamente significativa ($p=0.710$). Ao

nível do VE os resultados parecem ter sido idênticos ao não se verificarem diferenças estatisticamente significativas ($p=0.128$) entre o grupo sintomático (15.80, DP=11.30) e o grupo de controlo (8.40, DP=2.99) (tabela 4).

No RA, o grupo SPF utiliza uma maior percentagem da CVM (18.45%, DP=16.23) que o grupo de controlo (3.12%, DP=1.34), sendo que esta diferença também não é estatisticamente significativa ($p=0.383$) (tabela 4).

Tabela 4 – Intensidade da ativação dos músculos em estudo na tarefa “step down” (Valores expresso em %CVM)

Músculo	SPF (n=7)	Controlo (n=7)	Mann Whitney	Valor p
VIO	14.054 (DP=6.324)	12.660 (DP=5.928)	21.00	0.710
VE	15.804 (DP=11.304)	8.397 (DP=2.988)	12.00	0.128
RA	18.454 (DP=16.223)	3.124 (DP=1.343)	17.00	0.383
Legenda: DP: Desvio Padrão; VIO – Vasto Interno Oblíquo; VE – Vasto Externo; RA – Reto Anterior SPF – Síndrome Patelofemoral; CVM – Contração voluntária máxima				

4. Discussão

No que toca à eletromiografia de superfície dos músculos VIO, VE e RA, verifica-se que não existiram diferenças estatisticamente significativas entre a intensidade da atividade muscular dos músculos em teste ($p=0.710$, $p=0.128$ e $p=0.383$, respetivamente). Estes dados vão de encontro ao sugerido pela literatura, uma vez que também noutros estudos, que avaliam a percentagem da CVM no VIO e VE, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$) no movimento de extensão do joelho em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada (Chen, et al., 2018). Num outro estudo, os autores verificaram também a não existência de diferenças estatisticamente significativas entre a percentagem de CVM dos músculos VIO e VL durante o ciclo da marcha (Powers, Landel & Perry, 1996).

Em ambos os estudos (Chen, et al., 2018; Powers, Landel & Perry, 1996) não foi avaliada a intensidade da atividade muscular do RA, não existindo, portanto, dados relativos a este indicador em amostras com SPF. O presente estudo concluiu, tal como nos outros músculos em teste, que não existem diferenças estatisticamente significativas da intensidade da atividade muscular do RA em sujeitos com SPF. No entanto, verifica-se neste caso que as amostras apresentam uma diferença evidente da intensidade muscular de 18.45% CVM (DP=16.22) no grupo SPF para 3.12% CVM (DP=1.34) nos indivíduos

do grupo de controlo. Apesar de esta diferença não ser estatisticamente significativa, é um dado a ser considerado no nosso estudo e uma indicação para futuros estudos que abordem esta temática.

No que diz respeito ao perfil somatossensorial, avaliado pelo QST, verificou-se a não existência de diferenças estatisticamente significativas entre sujeitos com SPF e sujeitos assintomáticos. Este facto vai de encontro ao que Rathleff e colaboradores (2017) verificaram, pois no seu estudo não existiram diferenças significativas no PPT entre sujeitos com SPF e sujeitos assintomáticos. No entanto, existem também outros estudos que evidenciam a diminuição do PPT na rótula e no retináculo externo em sujeitos de género feminino com SPF, quando comparados com sujeitos assintomáticos (Noehren, et al., 2016). Essa tendência mantém-se mesmo em estudos com um número elevado de participantes ($n=2846$), existindo também uma diminuição estatisticamente significativa do PPT avaliado na rótula em adolescentes do género feminino com SPF (Rathleff, et al., 2013).

Num outro estudo, averiguou-se também, que sujeitos com SPF apresentaram um WDT significativamente aumentado quando comparado com sujeitos assintomáticos, assim como valores de CDT significativamente diminuídos quando comparados com sujeitos assintomáticos (Jensen, Kvale & Baerheim, 2008). Contudo, os nossos resultados contrariam estes dados, uma vez que no nosso estudo não existiu diferença estatisticamente significativa em nenhum dos parâmetros térmicos avaliados, sendo estes o WDT, CDT, HPT e CPT.

Um elemento diferenciador do presente estudo foi realizar uma avaliação do perfil somatossensorial em dois momentos, antes e após a realização de uma tarefa funcional. Tal não tinha acontecido em estudo similares, que seja do nosso conhecimento, até à data. Foram verificadas alterações previamente descritas por Noehren e colaboradores (2016), verificando-se uma diminuição significativa do PPT avaliado no local à distância, neste caso o epicôndilo, condicionando assim uma hiperalgesia à pressão no grupo SPF. Este facto vai, em parte, de encontro ao registado por Noehren e colaboradores (2016), uma vez que este estudo apurou a diminuição estatisticamente significativa do PPT quando avaliado na rótula ($p=0.02$), no retináculo externo ($p<0.00$) e no epicôndilo contra lateral ($p=0.03$). No presente estudo apenas se verificou a diminuição estatisticamente significativa do PPT avaliado no epicôndilo ($p=0.048$) e não nos locais mais proximais aos sintomas do grupo SPF. Assim, podemos concluir, ainda que com algumas reservas,

que os indivíduos com SPF apresentam uma hiperalgesia secundária à pressão em locais à distância dos sintomas já descritos em indivíduos com SPF.

Verificou-se ainda a diminuição significativa do CDT no epicôndilo, tal como Jensen, Kvale e Baerheim (2008) descreveram. Este facto implica, que os indivíduos com SPF, podem apresentar uma hiperalgesia secundária a estímulos térmicos, mais especificamente ao frio.

O novo dado que o nosso estudo revelou foi a diminuição significativa do HPT avaliado no retináculo externo após realizada a tarefa “*step down*”. Este dado ainda não tinha sido descrito por outros autores e revela que os sujeitos com SPF podem apresentar uma hiperalgesia primária a estímulos térmicos, mais especificamente ao calor.

Uma vez que existe uma diminuição do CDT e do HPT pode-se afirmar que os sujeitos com SPF apresentam uma diminuição dos limiares térmicos, tanto à deteção do frio como na dor ao calor. Confirma-se assim uma hiperalgesia tanto a estímulos frios como a estímulos quentes, indo de encontro ao decrito por Jensen, Kvale e Baerheim (2008), que afirmam existir uma componente neuropática no SPF. Porém, estas conclusões devem ser tomadas com algumas reservas, pois no que diz respeito aos limiares térmicos, apenas existiram estas duas alterações, num conjunto de 12 avaliações (4 testes térmicos realizados, em 3 zonas cada).

Referente ao CDT, apenas foram verificadas diferenças estatisticamente significativas no CDT avaliado no epicôndilo e não na rótula e retináculo externo. Relativamente ao HPT, foram verificadas alterações estatisticamente significativas quando o HPT foi avaliado na rótula e no retináculo externo e não quando este teste foi realizado no epicôndilo.

Conclui-se então, que pelos resultados do nosso estudo, os indivíduos com SPF apresentam uma hiperalgesia secundária para estímulos térmicos frios e estímulos dolorosos de pressão, bem como uma hiperalgesia primária para estímulos térmicos quentes.

Estas conclusões necessitam sempre de ser interpretadas com algum cuidado, uma vez que o número de participantes com SPF no nosso estudo foi bastante reduzido ($n=7$) e estes valores podem sofrer alterações se a amostra aumentar. Com uma amostra reduzida, como no presente estudo, não é possível extrapolar os resultados para a população em estudo (estudantes, corpo docente e não docente do IPS) nem para a população em geral. A amostra pequena ($n=14$) foi uma das principais limitações do nosso estudo, sendo por nós tida em conta desde o início do estudo.

No que toca aos objetivos estabelecidos no início do estudo, observamos que estes foram atingidos, uma vez que foi realizada a comparação entre a atividade muscular dos 3 músculos em teste e a comparação do perfil somatossensorial do grupo SPF com o grupo assintomático. Os resultados obtidos ao nível da intensidade da atividade muscular do VIO e VE foram os esperados e já descritos na literatura (Chen, et al., 2018; Powers, Landel & Perry, 1996). Os resultados ao nível do perfil somatossensorial também vão, de maneira geral, de encontro ao verificado na literatura (Rathleff, et al., 2013; Rathleff, et al., 2017; Noehren, 2016). Todavia é de ressaltar que as diferenças estatisticamente significativas do PPT e do CDT avaliados no epicôndilo e também do HPT avaliado na rótula e retináculo externo, apenas se verificaram após a realização da tarefa “*step down*”.

Assim, podemos lançar alguns objetivos para futuros estudos, nomeadamente tentar perceber se a realização de algum tipo de exercício específico conduzirá a alterações do perfil somatossensorial dos indivíduos com SPF. Será também importante dar continuidade à presente investigação, uma vez que, pela dimensão reduzida da amostra e pela incapacidade de realizar testes estatísticos paramétricos, com um poder estatístico maior, os resultados não podem ser generalizados para a população em geral. Apesar do dito anteriormente, este estudo é mais um contributo para a caracterização dos indivíduos com SPF e fornece mais uma linha de investigação para futuras investigações.

5. Conclusão

Esta tese de mestrado englobou a realização de um estudo quasi-experimental, com grupo de controlo e sem aleatorização dos participantes, em que a amostra foi composta por 7 participantes com SPF e 7 participantes assintomáticos. A mesma teve 2 objetivos distintos, sendo que o primeiro consistiu em perceber se existem diferenças entre a intensidade da atividade muscular do VIO, VE e RA. Não se verificaram tais diferenças no nosso estudo, existindo apenas uma diferença da intensidade da atividade muscular do RA que revele alguma magnitude, não sendo, essa diferença, estatisticamente significativa.

O segundo objetivo visava perceber se existiam diferenças entre o perfil somatossensorial do grupo SPF e do grupo de controlo após a realização da tarefa “*step down*”. Os dados vão de encontro à literatura (Jensen, Kvale & Baerheim, 2007; Rathleff, et al., 2013; Noehren, 2016), uma vez que se verificou uma diminuição do PPT e do CDT no epicôndilo contra lateral no grupo SPF. Adicionalmente foi também registado a

diminuição do HPT na rótula e retináculo externo, dado, que apesar de não ter sido verificado em estudo prévios, vai de encontro ao racional de que o SPF é caracterizado por uma hiperalgesia tanto à pressão como à temperatura, sendo um síndrome que apresenta uma componente neuropática.

Os resultados previamente apresentados devem ser interpretados cuidadosamente e de acordo com as limitações decorrentes da amostra ser pequena (n=14), fazendo com que estes dados não possam ser extrapolados para a população em geral. Mais estudos são necessários para que se possa afirmar com maior certeza que o SPF apresenta uma componente neuropática.

Apesar das limitações apresentadas e já descritas, este estudo apresenta-se como uma mais valia na produção de conhecimento de qualidade na Fisioterapia em Portugal, uma vez que parecem não existir estudos que englobem a análise do perfil somatossensorial e da intensidade da contração muscular num único estudo em indivíduos com SPF.

Verificou-se ainda um grande enriquecimento técnico e de conhecimento de todos os envolvidos na realização do estudo, uma vez que o QST é um instrumento com um grande potencial para identificar indivíduos com disfunções somatossensoriais ou que possam estar em risco de as desenvolver e, no entanto, é pouco utilizado na investigação em Portugal.

6. Bibliografia

Arendt-Nielsen L, Yarnitsky D. (2009). Experimental and clinical applications of quantitative sensory testing applied to skin, muscles and viscera. *The Journal of Pain*. 10(6):556-572.

Bley, A. S., Fonseca, D. B., Santos, M. do P., Oliveira, A. R., Corrêa, J. C. F., & Marchetti, P. H. (2011). Atividade eletromiográfica do vasto medial oblíquo e vasto lateral durante atividades funcionais em sujeitos com síndrome da dor patelofemural. *Terapia Manual*, 197–201.

Briani, R. V., de Oliveira Silva, D., Pazzinatto, M. F., Ferreira, A. S., Ferrari, D., & de Azevedo, F. M. (2016). Delayed onset of electromyographic activity of the vastus medialis relative to the vastus lateralis may be related to physical activity levels in females with patellofemoral pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 26, 137–142. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.10.012>

Briani, R. V., de Oliveira Silva, D., Flóride, C., Aragão, F., de Albuquerque, C., Magalhães, F. & de Azevedo, F. (2018). Quadriceps neuromuscular function in women with patellofemoral pain: Influences of the type of the task and the level of pain. *PLoS ONE*, 13 (10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205553>

Bogla, L., Malone, T., Umberger, B., Uhl, T. (2010). Reliability of electromyographic methods used for assessing hip and knee neuromuscular activity in females diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 20. 142-147.

Boling, M., Padua, D., Marshall, S., Guskiewicz, K., Pyne, S. & Beulter, A. (2010). Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 20 (5). 725-730. [doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x).

Chester, R., Smith, T. O., Sweeting, D., Dixon, J., Wood, S., & Song, F. (2008). The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 9(1), 64. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-64>

Chen, S., Chang, W, Wu, J. & Fong, Y. (2018). Electromyographic analysis of hip and knee muscles during specific exercise movements in females with patellofemoral

pain syndrome - An observational study. *Medicine*. 97 (28).

Cowan, S., Bennell, K., Hodges, P., Crossley, K. M., & McConnell, J. (2001). Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 183– 189. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.06.025>

Crossley, K. M., Stefanik, J. J., Selfe, J., Collins, N. J., Davis, I. S., Powers, Christopher, M., ... Callaghan, M. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient- reported outcome. *British Journal of Sports Medicine*, bjsports-2016-096268. <https://doi.org/doi.org/10.1136/bjsports-2016-096268>

Crossley, K. M., van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Collins, N. J., Rathleff, M. S., & Barton, C. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *British Journal of Sports Medicine*, bjsports-2016-096268. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096268>

Devereaux, M. D., & Lachmann, S. M. (1984). Patello-femoral arthralgia in athletes attending a Sports Injury Clinic. *British Journal of Sports Medicine*, 18(1), 18– 21. <https://doi.org/10.1136/bjsm.18.1.18>.

Dye, S. (2005). The Pathophysiology of Patellofemoral Pain: A Tissue Homeostasis Perspective. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 436. 100-110. DOI: 10.1097/01.blo.0000172303.74414.7d

Earl, J., Hertel, J. & Denegar, C. (2005). Patterns of Dynamic Malalignment, Muscle Activation, Joint Motion, and Patellofemoral-Pain Syndrome. *Journal of Sports Rehabilitation*. 14. 215-233.

Esculier, J., Roy, J. Bouyer, L. (2015). Lower limb control and strength in runners with and without patellofemoral pain syndrome. *Gait & Posture*. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.02.020

Fonseca, C., Canhota, C., Silva, E., Simões, J., Yaphe, J., Maia, M., Ribas, M., Melo, M., Nicola, P., Braga, R., Ramos, V. (2008). Investigação Passo a Passo - Perguntas e Respostas essenciais para a investigação clínica. *Associação Portuguesa Dos Médicos de Clínica Geral*, 160. 1ª edição. Lisboa. Setembro de 2008.

Gonçalves RS, Cabri J, Pinheiro JP, Ferreira PL. Cross-cultural adaptation and validation of the Portuguese version of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). *Osteoarthritis Cartilage*, 2009 Sep; 17(9):1156-62. doi: 10.1016/j.joca.2009.01.009

Granovsky Y, Yarnitsky D. (2013). Personalized Pain Medicine: The Clinical Value of Psychophysical Assessment of Pain Modulation Profile. *Rambam Maimonides Medical Journal*. 4 (4). doi:10.5041/RMMJ.10131

Harput, G., Howard, J. & Mattacola, C. (2016). Comparison of Muscle Activation Levels Between Healthy Individuals and Persons Who Have Undergone Anterior Cruciate Ligament Reconstruction During Different Phases of Weight-Bearing Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 46 (11). 984-992.

Heijden, R., Rijndertse, M., Biema-Zeinstra, S., Middelkoop, M. (2017). Lower Pressure Pain Thresholds in Patellofemoral Pain Patients, Especially in Female Patients: A Cross Sectional Case-Control Study. *Pain Medicine*. 0. 1-9.

Jensen, R., Hystad, T., Kvale, A., & Baerheim, A. (2007). Quantitative sensory testing of patients with long lasting Patellofemoral pain syndrome. *European Journal of Pain*, 11(6), 665–676. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2006.10.007>

Jensen, R., Kvale, A., & Baerheim, A. (2008). Is Pain in Ptellofemoral Pain Syndrome Neuropathic? *Clinical Journal of Pain*. 24 (5).

Jull, G., Moore, A., Falla, D., Lewis, J., McCarthy, C. & Sterling, M. (2015). *Grieve's Modern Musculoskeletal Physiotherapy* (4th edition). United Kingdom: Elsevier.

Kaya, D. & Doral, M. (2012). Is there any relationship between Q-angle and lower extremity malalignment? *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turca*. 46 (6). 416-419.

Kalytczak, M. M., Lucareli, P. R. G., dos Reis, A. C., Bley, A. S., Biasotto-Gonzalez, D. A., Correa, J. C. F., & Politti, F. (2016). Kinematic and electromyographic analysis in patients with patellofemoral pain syndrome during single leg triple hop test. *Gait and Posture*, 49, 246–251. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.07.020>

Maroco, J. (2007). *Análise Estatística – Com Utilização do SPSS* (3a edição). Lisboa, Portugal. Edições Sílabo.

Martindale, J., Wilson, A., Reeve, A., Chessell, I. & Headley, P. (2007). Chronic secondary hypersensitivity of dorsal horn neurons following inflammation of the knee joint. *Pain*. 133. 79-86. doi:10.1016/j.pain.2007.03.006

Nakagawa, T. H., Moriya, É. T. U., MacIel, C. D., & Serrão, F. V. (2012). Frontal plane biomechanics in males and females with and without patellofemoral pain. *Medicine*

and Science in Sports and Exercise, 44(9), 1747–1755.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318256903a>

Noehren, B., Shuping, L., Jones, A., Akers, D., Bush, H. & Sluka, K. (2016). Somatosensory and biomechanical abnormalities in females with patellofemoral pain. *Clinical Journal of Pain*. 32 (10) 915-919. doi:10.1097/AJP.0000000000000331.

O’Leary, H., Smart, K., Moloney, N. & Doody, C. (2016). System Sensitization as a Predictor of Outcome in the Treatment of Peripheral Musculoskeletal Condition: a Systematic Review. *Pain Practice*, 17 (2). 249-266. Doi:10.1111/papr.12484

Pal, S., Besier, T. F., Draper, C. E., Fredericson, M., Gold, G. E., Beaupre, G. S., & Delp, S. L. (2012). Patellar tilt correlates with vastus lateralis: Vastus medialis activation ratio in maltracking patellofemoral pain patients. *Journal of Orthopaedic Research*, 30(6), 927–933. <https://doi.org/10.1002/jor.22008>

Pattyn, E., Verdonk, P., Steyaert, A., Bossche, L., Broecke, W., Thijs, Y. & Witvrouw, E. (2011). Vastus Medialis Obliquus Atrophy – Does it exist in Patellofemoral Pain Syndrome? *The American Journal of Sports Medicine*. 39 (7). 1450-1455.

Petersen, W., Ellermann, A., Gösele-Koppenburg, A., Best, R., Rembitzki, I. V. olker, Brüggemann, G. P., & Liebau, C. (2014). Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 22(10), 2264–2274. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2759-6>.

Powers, C., Landel, R. & Perry, J. (1996). Timing and Intensity of Vastus Muscle Activity During Functional Activities in Subjects With and Without Patellofemoral Pain. *Physical Therapy*. 76 (9). 946 – 955.

Powers, C., Witvrouw, E., David, I. & Crossley, K. (2017). Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *British Journal of Sports Medicine*. 51. 1713-1723.

Rathleff, M. S., Rathleff, C. R., Stephenson, A., Mellor, R., Matthews, M., Crossley, K. & Vicenzino, B. (2017). Adults with patellofemoral pain do not exhibit manifestations of peripheral and central sensitization when compared to healthy pain-free age and sex matched controls – An assessor blinded cross-sectional study. *PLoS ONE*. 12(12). e0188930. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188930>

Rathleff, M. S., Roos, E. M., Olesen, J. L., Rasmussen, S., & Arendt-Nielsen, L. (2013). Lower mechanical pressure pain thresholds in female adolescents with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*,

43(6), 414–21. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4383>

Tan, S. S., van Linschoten, R. L., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Bierma-Zeinstra, S. M., & Koopmanschap, M. A. (2010). Cost-utility of exercise therapy in adolescents and young adults suffering from the patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports*, 20(4), 568–579. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00980.x>

Taunton, J., Bryan, M., Clement, D., McKenzie, D., Lloyd-Smith, D., & Zumbo, B. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 95–102. <https://doi.org/10.1136/bjsm.36.2.95>

Van der Heijden, R., Rijndertse, M., Bierma-Zeinstra, S. & Van Middelkoop, M. (2017). Lower Pressure Pain Thresholds in Patellofemoral Pain Patients, Especially in Female Patients: A Cross-Sectional Case-Control Study. *Pain Medicine*. 0. 1-9. doi: 10.1093/pm/pnx059.

Werner, S. (1995). An evaluation of knee extensor and knee flexor torques and EMGs in patients with patellofemoral pain syndrome in comparison with matched controls. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 3. 89-94.

Wilk, K. E. & Reinold, M. M. (2001). Principles of patellofemoral rehabilitation. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 9(4), 325-326

Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D. & Vanderstraeten, G. (2000). Intrinsic Risk Factors For the Development of Anterior Knee Pain in an Athletic Population – A Two-Year Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*. 28 (4). 480-489

Wylde, V., Palmer, S., Learmonth, I., Dieppe, P. (2011). Test-retest reliability of Quantitative Sensory Testing in knee osteoarthritis and healthy participants. *Osteoarthritis and Cartilage*. 19. 655-658.